

DESAIN MODEL BASISDATA PEMELIHARAAN KOMPONEN *MECHANICAL-ELECTRICAL* GEDUNG SEBAGAI PENDUKUNG *FACILITY MAINTENANCE MANAGEMENT* (FMM)

Suwarto¹⁾, Stefanus Santosa^{1,*)}, Sudarmono¹⁾, Karnawan Joko Setiyono¹⁾,
Anung Suwarno¹⁾, M Hafidh Aditya Pratama¹⁾, M Rafi Wicaksono¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, S.H., Tembalang kota Semarang, Jawa Tengah, 50275

^{*)}Correspondent Author: stefanus.santosa@polines.ac.id

Abstract

Current planning and implementation of building Mechanical-Electrical (ME) component maintenance are inefficient due to the lack of proven methods and techniques for providing accurate, non-overlapping, effective, and efficient information. Current ME component maintenance management practices and processes face numerous challenges related to data compilation and management, including data loss, wasted time searching for information, and a lack of interoperability. Research on databases, particularly in the building maintenance phase, remains limited. Data compilation is limited to scheduling and existing condition data used to generate routine maintenance reports with reference to implementation dates. This research resulted in an integrated Building Mechanical-Electrical Component Maintenance Database Model to support Facility Maintenance Management (FMM). This model has met the requirements by passing the Database Reliability Test. The test used queries ranging from simple to highly complex to provide accurate, non-overlapping, effective, and efficient information needed to manage data on materials, equipment, contractors, types of work, schedules, and costs during the maintenance and repair phase.

Keywords: *model basisdata, building information modeling, common data environment, facility maintenance management, mechanical- electrical, computerized maintenance management systems.*

PENDAHULUAN

Building Information Modeling (BIM) merupakan komponen utama dalam transformasi digital yang terjadi di industri *Architecture, Engineering, Construction and Operations (AECO)*. Terlebih lagi dengan munculnya teknologi *metaverse* (paduan dunia nyata dan digital) yang dapat membantu mengatasi masalah dengan metode baru (Hadavi & Alizadehsalehi, 2024). Metode baru

yang memungkinkan untuk dikembangkan saat ini adalah metode yang berbasis komputer dan jaringannya (Internet of Things). Hal ini menjadi tantangan bagi sistem-sistem berbasis komputer yang berfungsi sebagai pengelola data dan informasi digital.

Pengelolaan data dan informasi digital dalam industri AECO sangat penting baik dalam tahap desain, konstruksi, operasional, maupun

pemeliharaan. Peluang pemanfaatan BIM khususnya untuk kegiatan operasional fasilitas gedung sangat besar, namun minat yang tinggi terhadap penggunaan BIM untuk *Facility Management* (FM) belum memperoleh layanan yang memadai. Model BIM *as-built* yang dikaitkan dengan informasi operasi dan pemeliharaan (O&M) komponen bangunan masih diperhadapkan dengan dilema tentang manfaat aplikasi BIM berbasis *real-time data driven* dalam siklus hidup proyek. (Davtalab, 2017). Hal ini menyebabkan pertumbuhan adopsi BIM relatif lemah dalam OM (Heaton et al., 2019).

Aspek lain yang mempengaruhi rendahnya peran BIM dalam tahap pemeliharaan bangunan adalah desainer dan konstruktor jarang mengetahui dokumen dan jenis informasi lain yang diperlukan untuk fase FM. Di sisi lain, data dan informasi yang dikirim dari fase operasi dan pemeliharaan gedung ke fase desain kualitasnya kurang memadai (Liu et.al. 2012). Hal ini menjadi lingkaran setan yang perlu segera digunting untuk memperoleh solusi pada fase FM.

Di dalam fase FM terdapat FMM. Kegiatan *maintenance* ini memakan biaya lebih dari 65% dari total biaya dalam FM (Chen, 2018). Praktik dan proses FM saat ini memiliki banyak tantangan manajemen data, termasuk kehilangan data, waktu yang terbuang untuk mencari informasi, kurangnya interoperabilitas, dan sebagainya. Kurangnya pendekatan pengambilan keputusan

yang tepat dan kurangnya perencanaan pemeliharaan dapat meningkatkan biaya operasi, mempengaruhi kualitas manajemen fasilitas (Ensafi & Thabet, 2021). Hal ini disebabkan oleh kelemahan dari strategi pemeliharaan yang seharusnya efisien karena adanya basisdata yang terintegrasi dan berkualitas untuk mengurangi biaya FMM.

Keterlambatan pekerjaan pemeliharaan untuk tujuan pengelolaan fasilitas terutama disebabkan oleh perencanaan pemeliharaan yang tidak efisien. Hal ini menyebabkan biaya pemeliharaan gedung juga meningkat secara dramatis (Chen and Tang, 2019)

Kegiatan pemeliharaan fasilitas dapat didukung oleh *Computerized Maintenance Management Systems* (CMMS) dan *Facility Management Systems* (FMS) sebagai sumber informasi fundamental, yang mampu memberikan staf FM terkait informasi yang mendukung, dan membantu manajer dalam pengambilan keputusan (W. Chen et al., 2018). Namun demikian sistem pengelolaan pemeliharaan fasilitas gedung berbasis komputer tidak serta merta akan memberikan dukungan yang maksimal.

Perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan gedung berbasis komputer memiliki banyak kelemahan. Penyebabnya adalah karena kurangnya metode dan teknik yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, efektif, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana/ teknisi, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap

pemeliharaan. Hal ini dapat diatasi dengan penyediaan basisdata yang terintegrasi agar diperoleh kualitas informasi yang tinggi.

Penelitian tentang basisdata khususnya pada fase pemeliharaan gedung masih sangat minim. Penelitian tentang perancangan pemeliharaan gedung yang dilakukan oleh Misriani (2020) dan Adeswastoto (2019) masih sebatas data penjadwalan dan kondisi *existing* yang digunakan untuk pembuatan laporan pemeliharaan rutin. Wall (2009) menciptakan metode partisi dan pengarsipan data yang diorganisasikan melalui tabel grup dan tanggal untuk memudahkan pencarian kembali.

Tetapi metode ini tidak bisa menampilkan informasi yang bersifat investigatif secara langsung pada suatu saat yang sama, misalnya “Laporkan pekerjaan perbaikan eskalator pada bulan Nopember 2024, peralatan apa yang digunakan, bahan apa saja yang telah digunakan, berapa banyak, dilaksanakan oleh siapa saja, pada tanggal berapa, berapa hari pelaksanaan, berapa upah pekerja, dan biaya materialnya?”. Kebutuhan informasi yang bersifat kompleks, investigatif, dan spesifik membutuhkan basisdata yang berkualitas tinggi.

Penyusunan suatu basisdata yang baik memerlukan metode desain basisdata yang didasarkan pada teori dan standar yang berlaku. Penelitian ini dilakukan untuk mendesain model basisdata dengan lingkup objek pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* Gedung mulai tahapan indentifikasi kebutuhan, perancangan,

dan pengujian. Diharapkan model yang diperoleh dapat diterapkan untuk membangun sistem informasi pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* Gedung yang mampu memberikan informasi yang berkualitas bagi pihak pengelola gedung. Selain itu juga diharapkan dapat menjadi bagian dalam penyusunan *Common Data Environment* bagi BIM khususnya tentang pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* Gedung.

Perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* Gedung memiliki kelemahan karena kurangnya metode dan teknik yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana/ teknisi, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh model basisdata pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* gedung melalui metode dan teknik desain yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana/ teknisi, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan.

***State Of The Art* Penelitian FMM Komponen *Mechanical- Electrical* Gedung**

Perkembangan penelitian tentang komponen gedung pada siklus operasional/ pemeliharaan dan

perawatan masih langka (Shalabi, F., & Turkan, Y., 2017) (Heaton et al., 2019) (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019). Penelitian yang intensif dari industri AECO-FM masih terfokus pada siklus desain dan konstruksi. *State of the art* saat ini adalah terkait dengan BIM yang telah dikembangkan sebagai salah satu teknologi potensial untuk FMM pada gedung. Studi ini mengusulkan kerangka kerja FMM berdasarkan BIM dan FMS, yang dapat menyediakan penjadwalan *Maintenance Work Orders* (MWO) untuk peningkatan pengambilan keputusan yang baik di FMM (W. Chen et al., 2018).

Penelitian tentang fasilitas yang mendukung BIM *Operation & Maintenance* (O&M) adalah bidang penelitian yang baru dan sedang berkembang. Sebagian besar penelitian BIM-O&M saat ini berfokus pada manajemen energi. Topik bidang penelitian seperti manajemen keadaan darurat, pemeliharaan, dan perbaikan juga menunjukkan kecenderungan publikasi yang tidak berkembang. Publikasi akademis tentang BIM untuk keamanan dan manajemen perubahan/relokasi relatif langka (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019).

Penelitian lebih lanjut dilakukan untuk menyelidiki implementasi pengembangan BIM kolaboratif untuk proyek-proyek masa depan dalam konteks BIM *Execution Plans* (BIM XPlan), pengembangan perpustakaan BIM, dan protokol pertukaran model. Hingga saat ini interoperabilitas model antar-*stakeholder* masih menjadi masalah. Perbedaan *platform*,

semantik, dan protokol model yang sangat dipengaruhi oleh perangkat BIM dan O&M yang ada menjadi hambatan yang cukup besar dalam mewujudkan BIM yang dapat diterima bersama. Berkaitan dengan hal ini Sadeghi et. al (2019) mengusulkan *Building Handover Information Model* (BHIM) agar kolaborasi dapat diwujudkan.

Pelajaran yang didapat dalam pengembangan BHIM telah mengkonfirmasi literatur dalam menunjukkan perlunya penyesuaian persyaratan COBie sesuai dengan kebutuhan spesifik pemilik untuk menghindari pengiriman data yang berlebihan atau tidak lengkap (Alnaggar & Pitt, 2019). Cakupan persyaratan data COBie harus ditetapkan dengan jelas dan komprehensif dalam dokumen persyaratan informasi aset (Nicał & Wodyński, 2016). Bila hal ini dapat tercapai maka informasi yang menyangkut aspek- aspek manajemen, pembelajaran, dan pemahaman bersama yang tersimpan dalam suatu lingkungan yang dapat dikolaborasikan melalui CDE antar-*stakeholder* yang meliputi proses konseptual, pelaksanaan, hingga pemeliharaan (PUPR, 2018) dapat segera diwujudkan secara luas. Kolaborasi antar-organisasi/ industri AECO-FM dapat berlangsung karena masing-masing dari mereka telah memiliki *library* objek BIM maupun sistem basisdata dalam lingkungan yang bersifat terbuka/ *open access*.

Berkaitan dengan pengelolaan data, Moreno menyatakan bahwa BIM-

FM perlu menggunakan *dynamic data feeding*, yang terdiri dari dua jenis, yakni *the regularly acquired environmental sensor information and the sporadic building intervention records* (Moreno et al., 2022). Data yang dikumpulkan melalui berbagai sensor maupun masukan manual tetap memerlukan wahana penyimpanan yang handal dalam bentuk basisdata. Apabila data telah terorganisir dengan baik dalam suatu basisdata, maka akan dapat menjamin kualitas informasi yang dihasilkan yang dapat diambil melalui berbagai cara dan metode baik secara *realtime* (Davtalab, 2017), *online*, maupun *offline*.

METODE PENELITIAN

Identifikasi dan Analisis Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan dalam mendukung pengelolaan pemeliharaan komponen *Mechanical-Electrical* Gedung. Kegiatan ini dilaksanakan dengan cara menghubungi *supervisor*, teknisi, dan para staf pengelola Gedung Plaza Pembangunan Perumahan (PP) setinggi 8 lantai. Gedung ini terletak di Jl. TB Simatupang No. 57, Jakarta Selatan, DKI Jakarta yang memiliki komponen mekanikal seperti AC, dan *lift*, serta komponen elektrikal berupa lampu, genset, *sound system*, dan jaringan telepon.

Selain itu peneliti juga melakukan komunikasi dan wawancara ke pihak manajemen pemeliharaan gedung terkait alat, bahan, pelaksana, penanggung jawab, metode atau SOP, proses, dan pelaporan kegiatan baik

pada tahap persiapan, pelaksanaan, maupun pemeriksaan hasil. Hasil identifikasi kebutuhan yang berupa penjelasan lisan, uraian, bagan, tabel, laporan, teks, maupun objek yang lain kemudian dianalisis dan dideskripsikan dalam bentuk kelompok data dan informasi berdasarkan jenis maupun karakteristik yang sama.

Desain Model Basisdata

Entitas dan atribut-atribut sebagai hasil analisis kebutuhan kemudian digunakan untuk menyusun *Entity Relationship Diagram* (ERD) sebagai metode desain basisdata (Elmasri & Navathe, 2016). Hasilnya berupa diagram yang mengandung entitas, atribut, relasi antar-entitas, rasio kardinalitas antar-entitas, dan kunci primer. Diagram ERD ini kemudian dianalisis agar dapat menyajikan seluruh informasi yang dibutuhkan oleh teknisi dan pihak manajemen pemeliharaan instalasi gedung, baik informasi rutin maupun informasi yang bersifat investigatif. Bila struktur ERD sudah mampu menyediakan seluruh informasi yang dibutuhkan oleh teknisi dan pihak manajemen pemeliharaan instalasi gedung, maka dilakukan pemetaan ERD ke tabel relasional.

Pengembangan Model Basisdata

Pada model relasional, tahapan pengembangan basisdata dilakukan melalui pemetaan *Entity Relationship Diagram* (ERD) ke dalam bentuk tabel-tabel relasional dua dimensi. Setiap tabel selalu terdiri atas lajur mendatar yang disebut baris data (*row/record*) dan lajur vertikal yang biasa

disebut dengan kolom (column/ field). Pemetaan ERD ke tabel dilakukan

dengan mengikuti *rules* yang ada (Mohammed. 2015), sebagai berikut.

Tabel 1. *Rules* Pemetaan ERD ke Tabel

Rules	Atribut
➤ Setiap Entitas Kuat (E)	➤ PKey + Attr-nya
➤ Setiap Relasi(R) Entitas lemah(EL) dari Entitas(E)	➤ PKey (E) + Attr (EL) + Attr (R)
➤ Relasi (R) dg Cardinality Rasio Many to Many	➤ PKey (E1) + PKey (E2) + ... + Attr R
➤ Relasi (R) dg Cardianality Rasio One (E1) to many (E2) atau One to One	➤ Tidak dibentuk table. Bergabung ke table Entitas E2 (many) = PKey (E2) Attr (E2) + Attr R + PKey (E1)
➤ Multivalue Attribute Entitas (E)	➤ PKey (E) + Multivalue Attr
➤ Composite Attribute Entitas (E)	➤ PKey (E) + Atribut dari Composite Attribute

Pengujian Keandalan Model Basisdata

Model yang sudah terbentuk kemudian diuji melalui *query* mulai dari yang sederhana hingga kompleks yang dilakukan dengan memasukkan suatu data/ informasi yang dicari. Data/ informasi yang dimasukkan akan diteruskan dengan membaca kunci tabel (key). Kemudian kunci dan atribut yang terkait dari setiap tabel menjadi acuan penelusuran secara berjenjang dan sistematis hingga diperoleh semua data/ informasi secara akurat yang terdapat dalam setiap tabel yang berelasi. Sering terjadi data/ informasi yang dibutuhkan sangat kompleks sehingga akan melibatkan banyak kunci tabel. Namun hal ini tidak menjadi masalah selama basisdata dirancang dengan teori yang benar. Oleh sebab itu basisdata yang telah dirancang perlu diuji keahwalannya sebelum diterapkan nantinya ke dalam sistem informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Basisdata

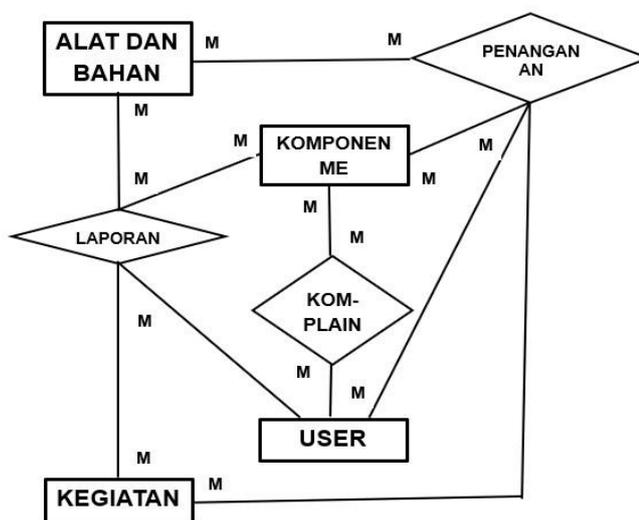
Dalam membuat ERD dibutuhkan identifikasi kebutuhan terhadap entitas, atribut, dan relasi. Berikut adalah entitas, atribut, dan relasi pada SIMPPG ME.

1. Entitas *User* (Id_user, Nama_user, email, password, jabatan) digunakan untuk menyimpan data karyawan meliputi admin, teknisi, karyawan non-teknisi.
2. Entitas *Komponen ME* (Id_Komponen_ME, Nama_Komp_ME, Lokasi_Komp_ME) digunakan untuk menyimpan data komponen ME yang ada pada gedung Plaza PP.
3. Relasi *Komplain* (Tanggal_Komplain, Ket) digunakan untuk menghubungkan entitas *User* dan *Komponen ME*.
4. Entitas *Kegiatan* (Id_Kegiatan, Nama_kegiatan) untuk menyimpan data kegiatan pemeliharaan dan perawatan komponen ME.

5. Relasi Penanganan (Status) digunakan untuk menghubungkan entitas *User*, Komponen ME, Kegiatan, Bahan dan Alat.
6. Entitas Alat& Bahan (Id_Alalat & Bahan, Nama_Alalat & Bahan, Stok, Harga, Kondisi) digunakan untuk input maupun edit data alat dan bahan yang tersedia guna menunjang kegiatan pemeliharaan dan perawatan komponen ME gedung.

7. Relasi Pelaporan (Tanggal_Pelaksanaan, Total_Harga) digunakan untuk menghubungkan entitas *User*, Komponen ME, Kegiatan, Bahan dan Alat.

Hasil identifikasi kebutuhan sistem kemudian dianalisis hingga diperoleh entitas dan relasi yang membentuk ERD.



Gambar 1. ERD SIMPPG ME Gedung Plaza PP

Gambar 1 adalah ERD yang menunjukkan entitas pada sistem yang terdiri dari ‘ALAT DAN BAHAN’, ‘KOMPONEN ME’, ‘USER’, dan ‘KEGIATAN’. Selain itu gambar ini juga menunjukkan terbentuknya relasi ‘PENANGANAN’ yang menghubungkan entitas ‘ALAT DAN BAHAN’, ‘KOMPONEN ME’, dan ‘USER’; relasi ‘LAPORAN’ yang menghubungkan entitas ‘ALAT DAN BAHAN’, ‘KOMPONEN ME’, dan ‘KEGIATAN’; dan relasi ‘KOMPLAIN’ yang menghubungkan

entitas ‘KOMPONEN ME’, dan ‘USER’ dengan rasio *many to many*.

Pengembangan Model Basisdata

Berdasarkan desain basisdata yang telah dibuat dilakukan pengembangan basisdata dalam bentuk tabel yang siap pakai untuk menyimpan berbagai data yang dibutuhkan dalam pengelolaan pemeliharaan dan perawatan komponen ME gedung. Pengembangan dilakukan melalui pemetaan ERD ke dalam tabel-tabel relasional berdasarkan teori pemetaan ERD ke

tabel sehingga diperoleh tabel-tabel seperti berikut ini. Berikut merupakan struktur tabel pemetaan ERD beserta tipe data yang telah dilakukan.

1. Tabel *User*

Tabel 2. Tabel *User*

Field	Tipe Data	Keterangan
Id_User	integer	Primary Key
Nama_User	varchar	
Email	varchar	
Password	varchar	
Jabatan	varchar	

Kolom *Id_User* digunakan untuk menampung nilai angka unik dari masing-masing data petugas/ teknisi/ karyawan/ admin yang terlibat dalam pemeliharaan/ perawatan ME. Kolom *Nama_User* digunakan untuk menyimpan nama *user*. Kolom email digunakan untuk menyimpan email *user* yang digunakan untuk akses masuk sistem. Kolom password menampung data password dari *user*. Kolom jabatan untuk menampung data jabatan dari *user*.

2. Tabel Komponen ME

Tabel 3. Tabel Komponen ME

Field	Tipe Data	Keterangan
Id_Komponen_ME	varchar	Primary Key
Nama_Komp_ME	varchar	
Lokasi_Komp_ME	varchar	

Kolom *Id_Komponen_ME* digunakan untuk menampung nilai kode unik dari masing masing baris data komponen ME. Kolom *Nama_Komp_ME* digunakan untuk menyimpan nama komponen ME. Kolom *Lokasi_Komp_ME* digunakan untuk menyimpan lokasi titik komponen ME dipasang.

3. Tabel Komplain

Tabel 4. Tabel Komplain

Field	Tipe Data	Keterangan
Id_Komponen_ME	integer	Foreign Key
Id_User	integer	Foreign Key
Tanggal_Komplain	date	
Ket	varchar	

Kolom *Id_Komponen_ME* untuk membuat relasi dengan Tabel Komponen ME untuk mengidentifikasi komponen yang dikomplain ke dalam sistem. Kolom *Id_User* untuk membuat relasi dengan Tabel *User* untuk mengidentifikasi petugas yang melakukan komplain dalam sistem. Kolom *Tanggal_Komplain* untuk menyimpan tanggal melakukan komplain, Kolom *Ket* digunakan untuk menyimpan isi keluhan.

4. Tabel Kegiatan

Tabel 5. Tabel Kegiatan

Field	Tipe Data	Keterangan
Id_Kegiatan	integer	Primary Key
Nama_Kegiatan	varchar	

Kolom *Id_Kegiatan* digunakan untuk menampung kode unik dari masing masing baris data komplain. Kolom *Nama_Kegiatan* untuk menambah atau mengedit kegiatan.

5. Tabel Penanganan

Tabel 6. Tabel Penanganan

Field	Tipe Data	Keterangan
Id_User	integer	Foreign Key
Id_Komponen_ME	integer	Foreign Key
Id_Kegiatan	integer	Foreign Key
Id_Alkat_Bahan	integer	Foreign Key
Status	varchar	

Id_User untuk membuat relasi ke

Tabel *User* terkait teknisi yang melakukan penanganan. Kolom *Id_Komponen ME* untuk membuat relasi ke Tabel *Komponen ME* dengan penanganan untuk menampilkan jenis komponen *ME* yang dilakukan penanganan. Kolom *Id_Kegiatan* untuk membuat relasi dengan Tabel *Kegiatan* yang akan menampilkan jenis kegiatan yang dilakukan dalam penanganan. Kolom *Id_Alats & Bahan* digunakan untuk membuat relasi ke Tabel *Alat & Bahan* untuk mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam penanganan. Kolom *status* untuk menyimpan data tahap- tahap penanganan yang dilakukan misalnya tahap pengajuan, dikerjakan, atau selesai.

6. Tabel Alat & Bahan

Tabel 7. Tabel Alat & Bahan

Field	Tipe Data	Keterangan
<i>Id_Alats & Bahan</i>	integer	Primary Key
<i>Nama_Alats & Bahan</i>	varchar	
<i>Stok</i>	decimal	
<i>Harga</i>	decimal	
<i>Kondisi</i>	varchar	

Kolom *Id_Alats & Bahan* digunakan untuk menampung kode unik dari masing masing baris data alat dan bahan. Untuk *Id_Alats* diawali dengan angka huruf “A” sedangkan *Id_Bahan* diawali dengan huruf “B”. Kolom *Nama_Alats & Bahan* digunakan untuk menyimpan nama alat dan bahan. Kolom *Stok* digunakan untuk menyimpan jumlah stok bahan dan jumlah alat yang tersedia. Kolom *Harga* untuk menyimpan harga bahan sesuai kondisi riil. Kolom *kondisi* digunakan untuk menyimpan kondisi

alat.

7. Tabel Laporan

Tabel 8. Tabel Laporan

Field	Tipe Data	Keterangan
<i>Id_User</i>	integer	Foreign Key
<i>Id_Komponen_ME</i>	integer	Foreign Key
<i>Id_Kegiatan</i>	integer	Foreign Key
<i>Id_Alats & Bahan</i>	Integer	Foreign Key
<i>Tanggal_Pelaksanaan</i>	date	
<i>Total_Harga</i>	decimal	

Kolom *Id_User* untuk membuat relasi dari Tabel *Laporan* ke Tabel *User* untuk mengetahui *user* yang melakukan pelaporan dan pemeliharaan/ perawatan komponen *ME*. Kolom *Id_Komponen ME* untuk membuat relasi dengan Tabel *Komponen ME* yang menampilkan komponen *ME* yang dilakukan pemeliharaan/ perawatan, Kolom *Id_Alats & Bahan* digunakan untuk membuat relasi ke Tabel *Alat & Bahan* untuk mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan pemeliharaan/ perawatan komponen *ME*. Kolom *Id_Kegiatan* untuk membuat relasi dengan Tabel *Kegiatan* yang akan menampilkan jenis kegiatan yang dilakukan. Kolom *tanggal pelaksanaan* untuk menyimpan kapan pelaksanaan pemeliharaan/ perawatan dilakukan. Kolom *biaya* digunakan untuk menyimpan berapa biaya keseluruhan dari pemeliharaan/ perawatan komponen *ME*.

Hasil Uji Keandalan Basisdata

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan kebutuhan informasi atau pertanyaan- pertanyaan (query) dari yang sederhana hingga yang

sekompleks mungkin untuk menyimpulkan bahwa basisdata yang dibuat dapat menyediakan informasi tersebut. Uji kehandalan melalui *query* yang dilakukan cukup banyak, namun contoh berikut ini menunjukkan pengujian pada tingkat sederhana dan tingkat kompleks.

1. Uji *Query* Sederhana: “Tampilkan daftar alat pemeliharaan komponen ME gedung yang masih dalam kondisi baik”

- a. Karena merupakan data alat, maka penelusuran dilakukan terhadap Tabel Alat dan Bahan.
- b. Berikutnya pada kolom Kondisi dilakukan penelusuran berdasarkan data ‘Baik’.
- c. Diperoleh data alat yang dalam kondisi baik adalah Bor Besar, Bor Kecil, Fleksibel Pipa Konduit, dan Selang Analyzer R 410.

Proses Uji *Query* Sederhana hanya melibatkan sebuah tabel saja seperti diperlihatkan gambar 2 berikut ini.

Id_alat bahan	Nama_alat & bahan	Stok	Harga	Kondisi
A1	Bor Besar	-	-	Baik
A2	Bor Kecil	-	-	Baik
A3	Cuter Besar	-	-	Rusak
A4	Flering Besar	-	-	Rusak
A5	Flexible Pipa Konduit	-	-	Baik
A6	Selang Analyzer R 410	-	-	Baik

Id_alat bahan	Nama_alat & bahan	Stok	Harga	Kondisi
A1	Bor Besar	-	-	Baik
A2	Bor Kecil	-	-	Baik
A3	Cuter Besar	-	-	Rusak
A4	Flering Besar	-	-	Rusak
A5	Flexible Pipa Konduit	-	-	Baik
A6	Selang Analyzer R 410	-	-	Baik

Gambar 2. Hasil Uji Kehandalan Basisdata dengan *Query* Sederhana

2. Uji *Query* Kompleks: “Carilah komponen ME dan lokasinya, tanggal pelaksanaan, kegiatan yang dilakukan, teknisi yang mengerjakan, alat dan bahan yang digunakan, anggaran pelaksanaan pada pekerjaan yang menggunakan Freon R410.

- a. Proses diawali dengan menggunakan data “Freon R410”

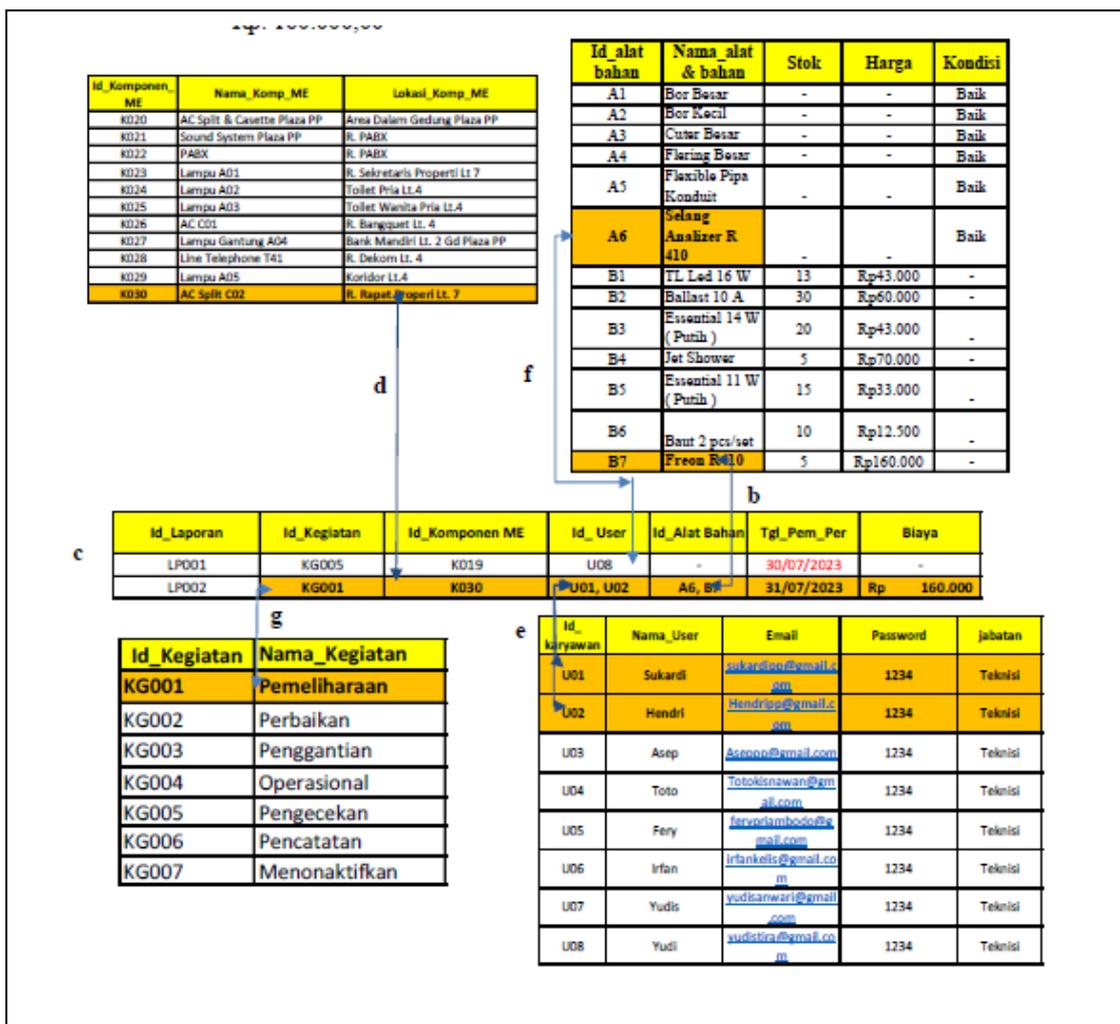
- b. Karena merupakan data alat dan bahan, maka penelusuran awal dilakukan terhadap Tabel Alat & Bahan. Diperoleh kode bahan untuk freon R410 adalah B7.
- c. Dengan kode bahan B7 penelusuran dilanjutkan ke Tabel Laporan, hingga diperoleh Id_Komponen_ME (K030), Id_Teknisi (U01, dan U02), Id_Al

(A6), Id_Kegiatan (KG001), waktu pelaksanaan pada tanggal 31 Juli 2023 dan anggaran pelaksanaan yang dibutuhkan sebesar Rp 160.000,00.

d. Berikutnya dengan kode komponen ME K030 dilakukan

penelusuran terhadap tabel komponen ME dan diperoleh nama komponen ME adalah ‘AC split C02’ yang berlokasi di ‘Ruang Rapat Properti Lt. 7’.

Proses Uji Query Kompleks diperlihatkan gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Hasil Uji Kehandalan Basisdata dengan Query Kompleks

e. Dari kode teknisi yang diperoleh, yakni U01 dan U02, selanjutnya dilakukan penelusuran terhadap Tabel User dan diperoleh nama teknisi yang mengerjakan pekerjaan tersebut adalah ‘Sukardi’ dan ‘Hendri’.

f. Dari kode alat yang diperoleh, yakni A6, selanjutnya dilakukan penelusuran terhadap Tabel Alat dan Bahan dan diperoleh informasi alat yang digunakan adalah ‘Selang Analizer R410’.

g. Dari kode kegiatan yang diperoleh, yakni KG001,

selanjutnya dilakukan terhadap Tabel Kegiatan dan diperoleh kegiatan pada pekerjaan ini adalah ‘Pemeliharaan’.

- h. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah: Pekerjaan yang menggunakan bahan R410 dilakukan pada komponen ME AC Split CO2 yang berlokasi di Ruang Rapat Properti Lt.7. Pekerjaan ini dilaksanakan pada tanggal 31 Juli 2023 dengan teknisi yang mengerjakan adalah Sukardi dan Hendri. Alat yang digunakan adalah selang analizer R410. Jenis kegiatannya adalah pemeliharaan. Anggaran pelaksanaan untuk pekerjaan ini sebesar Rp. 160.000,00.

Dengan demikian pengujian kehandalan basisdata telah dapat dilakukan dengan lengkap mulai *query* tingkat sederhana hingga sangat kompleks. Tabel- tabel penyimpan data dan relasinya dapat menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, efektif, dan efisien. Oleh sebab itu hasil penelitian ini layak menjadi model basisdata pengelolaan komponen *Mechanical- Electrical* Gedung yang saat ini masih banyak mengalami kendala di industri konstruksi.

SIMPULAN

Model Basisdata Pengelolaan Komponen *Mechanical- Electrical* Gedung telah memenuhi syarat karena telah lolos Uji Kehandalan Basisdata. Pengujian dilakukan dengan *query* mulai dari tingkat sederhana hingga

sangat kompleks dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, efektif, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana pekerjaan, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan dan perbaikan.

Hasil penelitian ini menjadi sangat penting, terutama terkait penyediaan basisdata yang terintegrasi agar diperoleh kualitas informasi yang tinggi guna mendukung perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan komponen *Mechanical- Electrical* Gedung. Bagi pengembangan ilmu khususnya Komputasi Teknologi Pembelajaran Pemodelan Bangunan hasil penelitian ini memberikan kontribusi berupa Model Basisdata Pemeliharaan Komponen *Mechanical- Electrical* Gedung yang dapat diterapkan di industri maupun dunia pendidikan.

Penelitian tentang Model Basisdata Pemeliharaan Komponen *Mechanical- Electrical* Gedung ini dapat dilanjutkan ke tahap penelitian berikutnya dengan menerapkannya ke dalam Sistem Informasi Manajemen Pemeliharaan Komponen Gedung khususnya Komponen *Mechanical- Electrical*. Diharapkan ke depan hasil penelitian ini dapat menjadi bagian dalam penyusunan *Common Data Environment Building Information Modeling* (CDEBIM) khususnya terkait data dan informasi pemeliharaan komponen ME Gedung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih

kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah membantu dalam penyediaan dana penelitian ini melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran Politeknik Negeri Semarang Nomor: SP DIPA-023.18.2.677603/2024 Tanggal 24 November 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnaggar, A., & Pitt, M., 2019, Towards a conceptual framework to manage BIM/COBie asset data using a standard project management methodology. *Journal of Facilities Management*, 17(2), 175–187.
- Chen, C., & Tang, L., 2019, BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. *Automation in Construction*, 107, 102944.
- Chen, W., Chen, K., Cheng, J.C.P., Wang, Q., & Gan, V.J.L., 2018, BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. *Automation in Construction*, 91, 15–30.
- Davtalab, O., 2017, Benefits of Real-Time Data Driven BIM for FM Departments in Operations Control and Maintenance. *Computing in Civil Engineering 2017*, 202–210.
- Elmasri, R., & Navathe, S., 2016, *Fundamentals of database systems* (6th ed). Addison-Wesley.
- Ensafi, M., & Thabet, W., 2021, Challenges and gaps in facility maintenance practices. *EPiC Series in Built Environment*, 2, 237–245.
- Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P., 2019, BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 39, 227–247.
- Hadavi, A., & Alizadehsalehi, S., 2024, From BIM to metaverse for AEC industry. *Automation in Construction*, 160, 105248.
- Heaton, J., Parlikad, A.K., & Schooling, J., 2019, Design and development of BIM models to support operations and maintenance. *Computers in Industry*, 111, 172–186.
- Moreno, J.V., Machete, R., Falcão, A.P., Gonçalves, A.B., & Bento, R., 2022, Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building. *Buildings*, 12(5), Article 5.
- Nicał, A.K., & Wodyński, W., 2016, Enhancing Facility Management through BIM 6D. *Procedia Engineering*, 164, 299–306.
- Sadeghi, M., Elliott, J.W., Porro, N., & Strong, K., 2019, Developing building information models (BIM) for building handover, operation and maintenance. *Journal of Facilities Management*, 17(3), 301–316.